

PROTÓTIPO DE ESTEIRA COM SISTEMA DE RECONHECIMENTO E SEPARAÇÃO DE OBJETOS POR COR

Gustavo Lobato Campos – gustavo.lobato@ifmg.edu.br
Mariana Guimarães dos Santos – mariana.santos@ifmg.edu.br
Instituto Federal de Minas Gerais, IFMG – Campus Formiga
Rua Padre Alberico, 440 - São Luiz - 35570-000 – Formiga – MG

Marielly Dayane da Silveira – silveira.mari14@gmail.com
Artur Augusto Silva Alves – artur_engelettrica@outlook.com
Erick Breno Rodrigues Melo – erickbrm96@gmail.com
Thalles Gustavo da Silva – thalles.gustavo95@gmail.com
Marcos Vinícius Silvestre Carneiro – m.viniuciusilvestrec@gmail.com
Graduação em Engenharia Elétrica Instituto Federal de Minas Gerais, IFMG – Campus Formiga
Rua Padre Alberico, 440 - São Luiz - 35570-000 – Formiga – MG

Resumo: *Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de uma esteira seletora de objetos por cor, com o objetivo de associar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, com um exemplo de aplicação prático encontrado na indústria. O protótipo simula um processo de separação utilizado em diversos setores da indústria e para o seu desenvolvimento é necessário associação de conhecimentos interdisciplinares como, algoritmos e programação, eletrônica, microcontrolador Arduino e conversão de energia. Inicialmente realizou-se a abstração do problema e discussão da metodologia a ser utilizada. Destaca-se no desenvolvimento, o processo de concepção do firmware que foi testado em um ambiente virtual, para validar seu funcionamento. A produção do protótipo e do hardware foram realizadas simultaneamente, viabilizando a execução de testes no decorrer do processo de desenvolvimento. O protótipo funcionou adequadamente e os professores e alunos envolvidos na atividade interdisciplinar relataram satisfação com o projeto, tanto no que diz respeito ao funcionamento, quanto com relação ao aprendizado adquirido.*

Palavras-chave: *Metodologia baseada em projeto. Processo Industrial. Esteira. Arduino.*

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a resolução nº 11/2002 (CFE/CES) que estabelece as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos cursos de Graduação em Engenharia, o ensino de engenharia deve caminhar sempre junto com as exigências impostas pela globalização.

Destaca-se que nesse cenário identifica-se o aumento no emprego de metodologias de ensino diferenciadas na busca por um aprendizado mais completo. Neste contexto, cita-se a

metodologia baseada em projeto, que permite que a formação de um engenheiro seja generalista, desenvolvendo habilidades que capacite o discente a enfrentar os problemas e desafios existentes no mercado de trabalho. (MASSON et al., 2012).

Ao analisar processos industriais observa-se a importância das esteiras nos mesmos. Pode-se citar que essas são facilitadoras no processo de transporte, sendo encontradas em diversos tipos de aplicações, como na mineração, construção civil, assim como em fábricas do setor alimentício. As esteiras têm a capacidade de tornar os processos industriais mais rápidos e eficientes, e por sua agilidade podem reduzir emprego de mão de obra.

A identificação de objetos e sua separação por cor é uma tecnologia muito usada em esteiras transportadoras, em diversas áreas. (CORSICO; GLIR, 2014). Porém, tal processo tem algumas dificuldades e desafios, tais como: a necessidade de coordenar e controlar os procedimentos de forma contínua e por profissionais capacitados; a calibração frequente dos equipamentos usados; a necessidade de manutenções preventivas e corretivas das máquinas; assim como a garantia de que os materiais estão operando nas condições previamente determinadas pelos fabricantes (ARAÚJO JR. et al., 2003).

Mesmo sabendo que as esteiras já se encontram presentes nas grandes indústrias, este projeto tem como preocupação facilitar as etapas de separação de tomates, para que o processo nas indústrias se torne mais rápido e eficiente, sem a necessidade da interferência humana. Dentro deste contexto este artigo apresenta um protótipo de esteira selecionadora de objetos por cor, com objetivo de validar a aplicação descrita. Destaca-se assim o emprego de uma ação interdisciplinar envolvendo disciplinas laboratoriais de eletrônica e conversão de energia, onde no lugar de roteiros maçantes, teve-se o desafio de solucionar um problema prático, ser “um engenheiro”.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Fundamentalmente o projeto trata-se do desenvolvimento de um SE (Sistema Embarcado). Sabe-se que estes possuem três estruturas fundamentais. Logo neste tópico são abordados, o microcontrolador, os sensores e atuadores empregados no desenvolvimento do protótipo apresentado neste artigo.

2.1 Plataforma Arduino

O projeto Arduino foi desenvolvido na Itália em 2005 com objetivo de oferecer uma plataforma de prototipagem eletrônica de baixo custo e de fácil manuseio por qualquer pessoa interessada em criar projetos com objetos e ambientes interativos. (ARDUINO, 2019).

A plataforma é um microcontrolador de placa única. O *hardware* consiste em um dispositivo *open source* simples projetado para um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits. O microcontrolador pode ser usado para desenvolver objetos interativos independentes ou ser conectado a um computador, a uma rede ou até mesmo à internet para recuperar e enviar dados do Arduino e trabalhar com eles. Por exemplo, pode-se enviar um conjunto de dados recebidos de sensores para um site, para serem exibidos no formato de um gráfico. (ALVES et al., 2012).

2.2 Sensores

O HC-SR04 é um dispositivo para medição ultrassônica, bastante utilizado em equipamentos eletromecânicos. Nele, há um circuito de controle, um transmissor e um receptor ultrassônico. Segundo o fabricante *ElecFreaks*, tal dispositivo fornece medidas de 20mm a 4000mm, cuja precisão pode chegar a 3mm. (NAKATANI et al., 2014).

A Figura 1a apresenta o diagrama de tempos dos sinais para o acionamento do sensor. Para começar a medição, o *trigger* deve receber um pulso de 5V por pelo menos 10 μ s, fazendo o sensor transmitir 8 ciclos de pulsos ultrassônicos a 40kHz e esperar pelo sinal refletido. Ao recebê-lo, o pino *echo* será colocado em *high* e sofrerá um *delay* proporcional à distância. (NAKATANI et al., 2014).

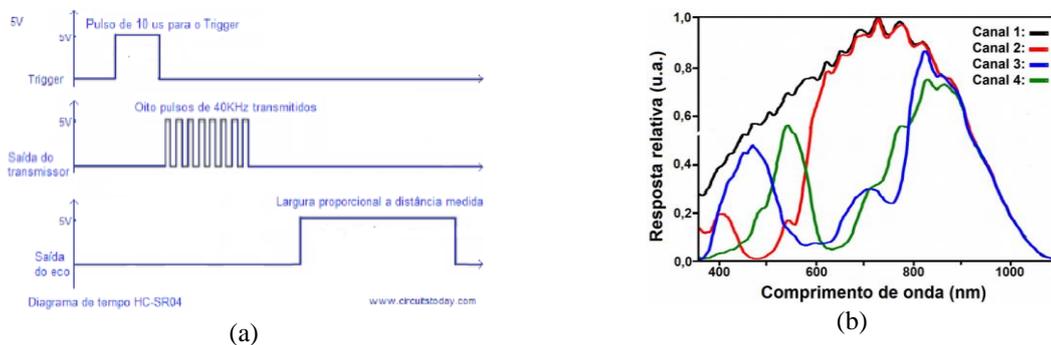
O sensor para medição ultrassônica pode então ser empregado para aferir a distância e verificar a posição de materiais sólidos e líquidos. Em esteiras para transporte o sensor tem a finalidade de avaliar o posicionamento dos objetos em locais estratégicos, onde a leitura de tal aspecto é fundamental para tomada de eventuais decisões.

Já o sensor TCS3200 é aplicado ao projeto com objetivo de detecção de um padrão de cor em superfícies. Sua escolha se deu após considerar fatores como a forma de resposta, a resolução e o baixo custo. Trata-se de sensor fabricado pela empresa TAOS (*Texas Advanced Optoelectronic Solutions*).

A funcionalidade, se dá como um conversor de radiação em um sinal elétrico na forma de frequência. A frequência de saída é proporcional à intensidade de radiação incidente sobre sua superfície fotossensível. O sensor utiliza um *chip* para detectar o nível de cor RGB (vermelho, verde e azul) do objeto que for colocado em frente ao sensor (GUERREIRO, 2015).

A vantagem em utilizar um sensor com saída de sinal em formato digital e de conexão direta ao microcontrolador está em eliminar os ruídos gerados quando se usa um circuito amplificador, ou outros componentes eletrônicos. Na Figura 1b apresenta-se o gráfico da resposta do sensor para cada arranjo de fotodiodos, cada um com o máximo de sensibilidade em comprimentos de onda distintos.

Figura 1 - Diagrama de funcionamento do HC-SR04 e resposta do sensor TCS3200.



Fontes: (CORSICO, 2014) e (NAKATANI, 2014).

Em processos que ocorrem seleções de objetos por parâmetros pré-definidos, os principais aspectos da cor são tomados como referência, de modo a realizar ações para manutenção da qualidade das etapas.

2.3 Atuadores

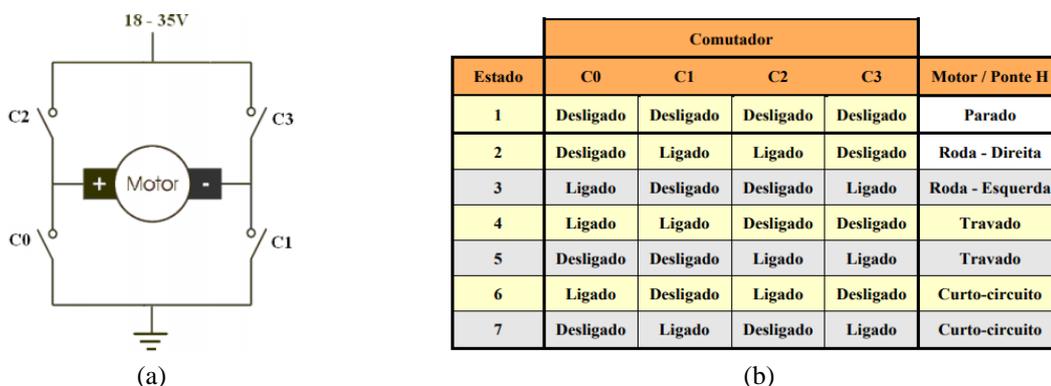
Os motores de corrente contínua (CC) comuns consistem na forma mais utilizada de se converter energia elétrica em energia mecânica, sendo por esse motivo amplamente utilizados como principal meio de tração das partes móveis de robôs, automatismos e diversos tipos de dispositivos. Os motores CC são constituídos por duas partes, uma parte móvel que se chama rotor ou armadura e uma parte fixa a que se dá o nome de estator ou campo.

O motor CC foi utilizado neste artigo com o intuito de movimentar a esteira, e a velocidade da mesma varia conforme a amplitude de tensão aplicada ao motor.

A ponte H trata-se de um circuito utilizado para controlar um motor CC a partir de sinais gerados por um microcontrolador. Devido à disposição dos seus componentes, torna-se extremamente fácil selecionar o sentido da rotação de um motor, apenas invertendo a polaridade sobre seus terminais. (MATOS, 2008).

A Figura 2a representa o diagrama simplificado de uma ponte H. Esta é constituída por quatro componentes comutadores estáticos, cada um com dois estados possíveis (ligado, desligado). Estes comutadores ou estão todos desligados ou então ligam aos pares. No momento que dois estão ligados existem dois desligados, desta forma podem-se formar sete circuitos diferentes. (MATOS, 2008). Já na Figura 2b apresentam-se os estados possíveis da ponte H, indicando o efeito sobre o motor assim como na ponte.

Figura 2 - Diagrama simplificado e estados da ponte H.

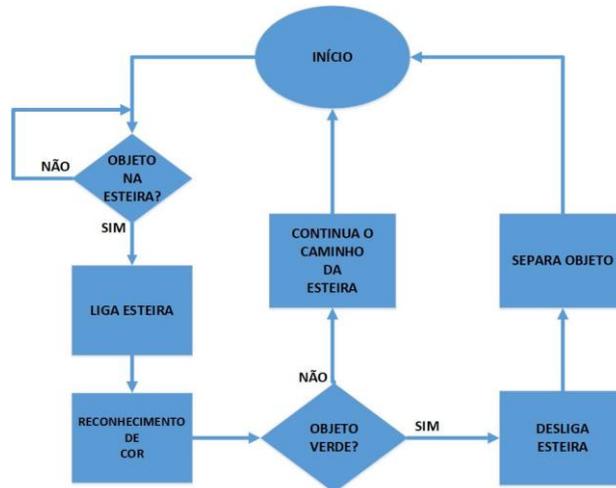


Fonte: (MATOS, 2008).

3 IMPLEMENTAÇÃO

O funcionamento do protótipo da esteira com sistema de reconhecimento e separação de objetos por cor é ilustrado pelo fluxograma da Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma do funcionamento da esteira.



Fonte: Próprio Autor.

A esteira possui uma chave de emergência que possibilita sua parada em situações de emergência. O sensor ultrassônico será responsável por determinar o acionamento da esteira, já que se a esteira receber um objeto, o sensor atuará e com isso acionará o motor responsável pela movimentação da esteira. Assim o objeto será conduzido até o sensor de cor TCS3200. Tal sensor verificará a cor do objeto, se o mesmo for da cor verde, o objeto será separado. A separação é feita por meio de um *driver* de CD, que quando ativado pelo sensor TCS3200 empurra o objeto para um recipiente. Contudo, se o objeto for de cor diferente, o sensor de cor não será ativado e conseqüentemente o objeto seguirá o caminho da esteira.

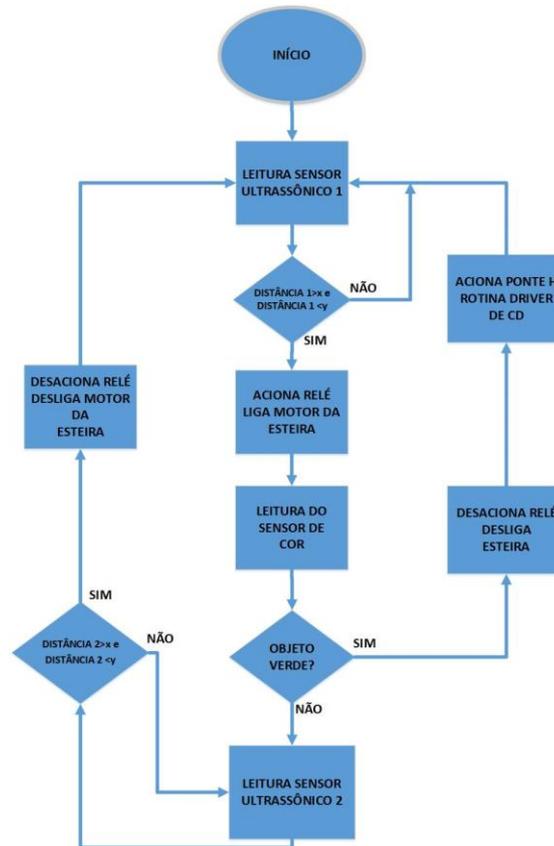
3.1 Software

O algoritmo para execução das ações foi implementado no próprio IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino. Por meio de uma rotina desenvolvida, o processo será capaz de tomar as decisões de forma adequada ao proposto.

O algoritmo se inicia com a implementação da biblioteca do sensor ultrassônico e definições das portas digitais que serão utilizadas como saídas e entradas de dados dos demais dispositivos. O sensor ultrassônico 1, que estará na entrada da esteira, é implementado para acionar o relé quando a distância parametrizada no programa for alterada. Após a modificação do sinal, o sensor ultrassônico e o de cor serão liberados para leitura de dados. Como já mencionado, o sensor realizará a leitura da cor verde para tomada de decisão. Se a cor do objeto for verde, a leitura de dados será interrompida para realização das funções da ponte H, a qual acionará o motor do *driver* de CD nos dois sentidos, de forma a empurrar o objeto para o local pretendido e voltar para a posição inicial. Em seguida o algoritmo retornará para seu início, onde o sensor ultrassônico 1 é acionado para leitura de dados. Caso o objeto não seja verde, o relé continua acionado, aguardando o sinal do sensor ultrassônico 2, que se encontra ao final da esteira. O dispositivo 2 terá a função de desligar o relé após o mesmo detectar o objeto. Depois desta leitura o algoritmo retorna ao início novamente, finalizando a rotina.

Na Figura 4 é possível visualizar o fluxograma que define a sequência das ações do algoritmo desenvolvido.

Figura 4 - Fluxograma das ações pré-determinadas pelo algoritmo.



Fonte: Próprio Autor.

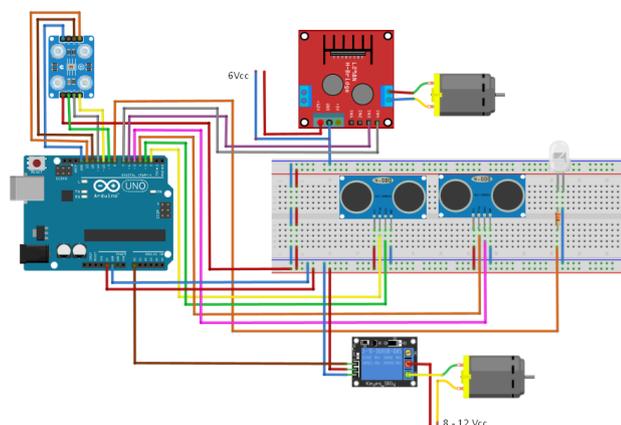
3.2 Hardware

O *hardware* é composto pelo microcontrolador Arduino, duas fontes de alimentação externas e por sensores e atuadores com funcionalidades direcionadas às aplicações propostas para o melhor desenvolvimento do protótipo. O Arduino é responsável por toda a parte de comando do sistema.

O grupo de sensores contém dois dispositivos ultrassônicos HC-SR04 e um sensor de cor TCS3200, os quais são conectados nas entradas digitais e de alimentação do microcontrolador.

O grupo de atuadores é composto por um LED, um relé, um *shield* Ponte H e dois motores de tensão contínua. O dispositivo luminoso e as entradas de comando do relé são ligados nas saídas digitais do Arduino. A entrada central do *shield* Ponte H é conectada apenas ao GND do microcontrolador, por meio de uma derivação entre o negativo da fonte externa de 6Vcc e a mesma. A primeira entrada é conectada ao positivo da fonte. As duas saídas do *shield* são conectadas ao motor do driver de CD, para realização da alteração do sentido de rotação do atuador. Para execução do chaveamento do segundo motor, é utilizada a saída NA (normalmente aberto) do relé, a qual é conectada a uma entrada do atuador. A saída C (comum) e a outra entrada do motor, são ligadas a uma fonte variável de 8-12Vcc, fechando o bloco de alimentação externa. Por meio do *software* Fritzing apresentam-se as conexões do *hardware* descritas acima, as quais podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5 - Hardware do sistema.

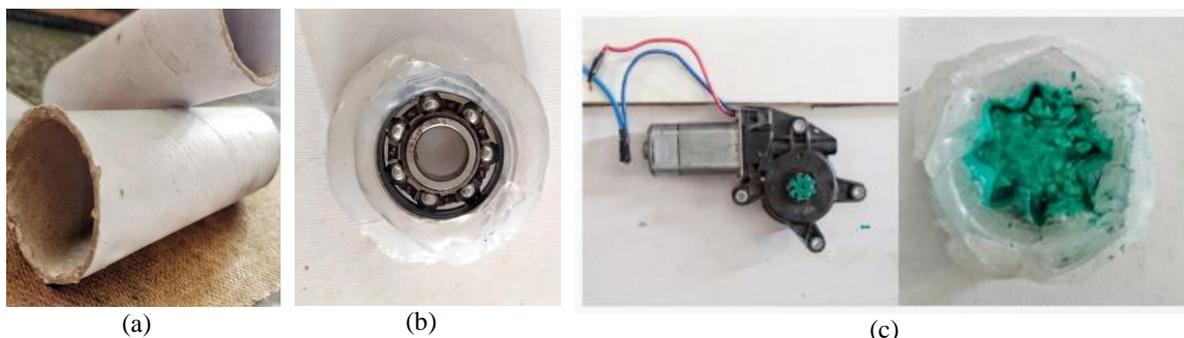


Fonte: Próprio Autor.

3.3 Construção do protótipo

A estrutura da esteira foi totalmente construída com madeira reciclada. Os eixos foram confeccionados através de rolos de papel toalha, ilustrados na Figura 6a. Já os rolamentos foram retirados de *spinnners* e adaptados para os eixos através de moldes fabricados com cola quente, conforme mostra a Figura 6b. O molde do acoplamento do motor também foi fabricado com cola quente, conforme ilustrado pela Figura 6c.

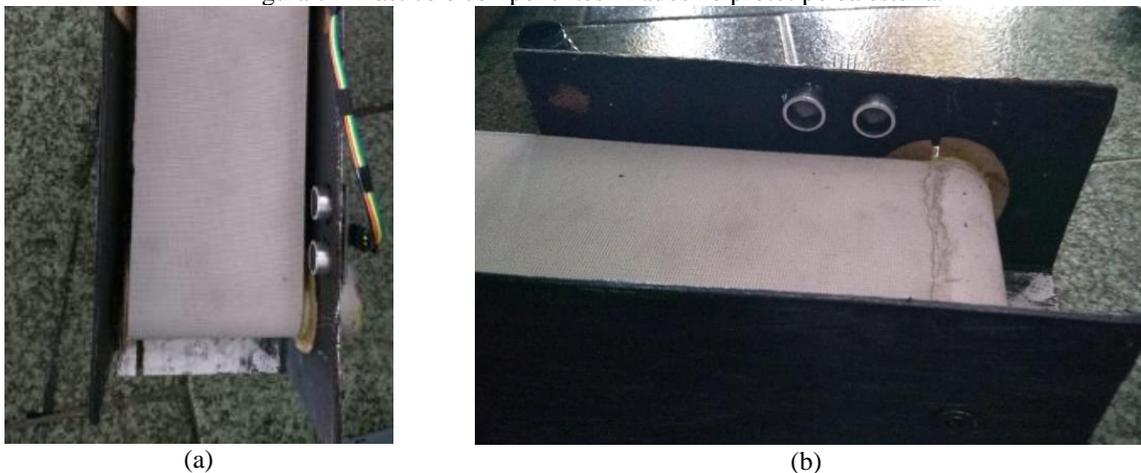
Figura 6 - Eixos, rolamentos e molde de acoplamento do motor da esteira.



Fonte: Próprio Autor.

A esteira foi confeccionada com um tecido elástico, que proporcionou a aderência mais próxima do ideal. Tal estrutura é apresentada na Figura 7a. Os componentes eletrônicos foram todos fixados na estrutura da esteira conforme necessidade de posição. Tais componentes foram fixados com parafusos a fim de preservar o mesmo e não interferir no seu funcionamento, a Figura 7b mostra os componentes já fixados.

Figura 7 - Elástico e componentes fixados no protótipo da esteira.



(a)

(b)

Fonte: Próprio Autor.

No período da montagem do protótipo alguns problemas foram destaque, estes principalmente associados com a questão estrutural do modelo. Pode-se citar a construção e fixação dos componentes na esteira, nivelamento da esteira, sem que a mesma encoste nas extremidades para não prejudicar seu movimento, assim como também a definição da cor que acionaria o sensor.

Primeiramente foi definido que o sistema teria a função de selecionar objetos na cor vermelha, porém, alguns problemas apareceram e dificultaram o funcionamento para tal cor. O sensor de cor TCS3200 tem uma certa dificuldade em identificar a cor vermelha, a mesma é muito próxima de outras cores, como amarelo e laranja, e os problemas com objetos dessas cores foram importantes para revisar o sistema para um acionamento do sensor TCS3200 quando objetos da cor verde fossem identificados. Portanto o sistema final atua como uma esteira com sistema de reconhecimento e separação de objetos de cor verde. O sistema funcionou da maneira esperada e o mesmo segue apresentado na Figura 8, onde observa-se a estrutura da esteira combinada com a parte eletrônica do sistema.

Figura 8 - Protótipo finalizado.



Fonte: Próprio Autor.

4 CONCLUSÕES

O projeto desenvolvido teve como finalidade evidenciar a importância da interdisciplinaridade em cursos de graduação, visto que na maioria dos casos os alunos possuem dificuldades em assimilar a relação entre duas ou mais disciplinas no ambiente acadêmico. A elaboração do protótipo de um processo automatizado, possibilitou a integração de várias áreas de conhecimento, visto que a criação de um sistema dedicado para uma função específica, exige multidisciplinaridade para a resolução dos problemas decorrentes da comunicação entre as diferentes áreas envolvidas.

A utilização da metodologia baseada em projeto possibilitou um engajamento diferenciado dos alunos, visto que o processo elaborado envolveu totalmente os mesmos para realização de um objetivo, a entrega do protótipo. O conhecimento aliado à percepção adquirida pelos alunos ao executar todo o processo, proporcionou o desenvolvimento de características necessárias nos profissionais atualmente, possibilitando, posteriormente, a utilização de tais particularidades no mercado de trabalho.

Agradecimentos

A todos os integrantes do Grupo de Pesquisa CNPq, GSE (Grupo de Soluções em Engenharia), pela interação e colaboração no desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rafael Machado et al. **Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem.** In: Jornada de Atualização em Informática na Educação, 2012, 1. Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem... [S.l.: s.n.], 2012. p. 162-182. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/pie/article/view/2346/2101>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

ARAÚJO JÚNIOR, Antônio Pereira et. al. **Uma Rápida Análise Sobre Automação Industrial.** Disponível em: <http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_6.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018.

ARDUINO Homepage. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Consultado em: 31 de Out. de 2018

BUENO, Luciano; COSTA, Marco Aurélio. **Automação de uma Esteira Seletora por Meio de CFTV.** 2011. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia Eletrônica Ênfase em Automação de Processos Industriais) – Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Modalidade Automação de Processos Industriais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em: 01 out. 2018.

CORSICO, Cesar Augusto; GLIR, Guilherme Hatschbach. **Sistema Automatizado para Separação de Objetos Baseado em Cores**. 2014. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Elétrica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Acesso em: 01 out. 2018.

GUERREIRO, Thiago Brito. **Desenvolvimento e aplicação de um fotômetro/fluorímetro microcontrolado à base de led RGB para a determinação de espécies de interesse analítico**. 2015. 113 p. Dissertação (Pós graduação em Química) - Universidade Federal de São Carlos, [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7716/TeseTBG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 out. 2018.

MASSON, Terezinha Jocelen; MIRANDA, Leila Figueiredo de; MUNHOZ JR., Antonio Hortêncio; CASTANHEIRA, Ana Maria Porto. **Metodologia de Ensino: Aprendizagem baseada em Projetos (PBL)**. 2012. COBENGE. Acesso em: 14 fev 2019.

MATOS, Bruno Guilherme Gonçalves de. **Controlador e Accionador para Motor DC em Malha Fechada**. 2008. 242 p. Dissertação (Eletronica Industrial)- Univerdidade do Ninho, [S.l.], 2008. Acesso em: 02 nov. 2018.

NAKATANI, Alessandro Massayuki et al. **Medição Com Sensor Ultrassônico HC-SR04**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Departamento de Eletrônica, Curitiba, Brasil, 2014. Acesso em: 02 nov. 2018.

PROTOTYPE OF MAT WITH SYSTEM OF RECOGNITION AND SEPARATION OF OBJECTS BY COLOR

Abstract: *This work aims at the development of a prototype of a selective mat of objects by color, with the objective of associating the knowledge learned in the classroom, with a practical example of an application found in the industry. The prototype simulates a separation process used in various industry sectors, and for the development it is necessary to associate interdisciplinary knowledge, such as algorithms and programming, electronics, Arduino microcontroller and energy conversion. Initially, the problem was abstracted and the methodology to be used was discussed. It stands out in the development, the process of designing the firmware that has been tested in a virtual environment, to validate its operation. The production of the prototype and hardware were performed simultaneously, enabling the execution of tests during the development process. The prototype worked properly and the teachers and students involved in the interdisciplinary activity reported satisfaction with the project, both in terms of operation and in relation to the acquired learning.*

Key-words: *Project-based methodology, Mat, Industrial Process, Arduino.*